



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 21 382 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 01 P 11/00**  
H 01 P 7/08  
H 01 P 3/08  
H 05 K 3/02  
H 01 P 1/203

⑲ Aktenzeichen: 198 21 382.4  
⑳ Anmeldetag: 13. 5. 98  
㉑ Offenlegungstag: 25. 11. 99

**DE 198 21 382 A 1**

- ⑦ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE
- ⑧ Erfinder:  
Schallner, Martin, Dr., 71642 Ludwigsburg, DE;  
Konrath, Willibald, 71554 Weissach, DE
- ⑤ Entgegenhaltungen:  
DE 24 48 544 C2  
DE 44 36 295 A1  
KARACOLU, U. (u.a.): An improved dual microstrip ring resonator filter with simple geometry, In: european microwave conference, 1994, S. 442-447;  
YABUKI, H. (u.a.): Stripline dual-mode ring resonators and their application to microwave devices, In: IEEE transactions on microwave theory and techniques, Vol. 44, No. 5, Mai 1996, S. 723-729;  
KNOPPIK, N.: Vergleich und Gültigkeit verschiedener Berechnungsverfahren der

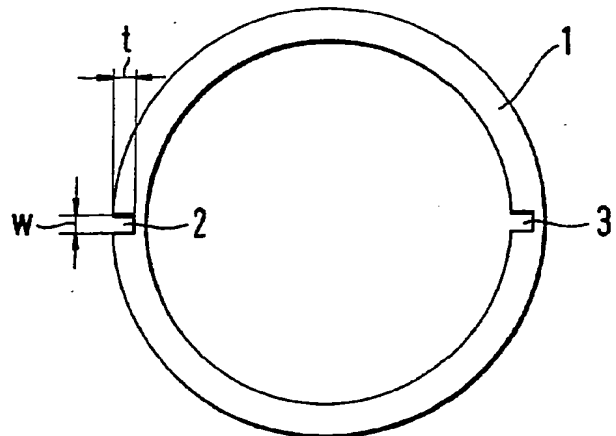
Resonanzfrequenzen von Mikrostrip-Ringresonatoren  
In: Nachrichtentechnische Zeitschrift, 1976, S. 141, 147;  
LU, S.-L., FERENDECI, A.: Coupling Parameters for a Side-Coupled Ring Resonator and a Microstrip Line, In: IEEE Transactions on microwave theory and techniques, Vol. 44, 6. Juni 1996, S. 953-956;  
KICKELHAIN, J.: Lasertechnik in der Leiterplattenfertigung, In: Metalloberfläche, 1991, S. 349-358;  
KICKELHAIN, J.: Mikrostrukturierung mittels Lasertechnik, In: SMD-Magazin, 1990, S. 38-40; Pat. Abstr. of JP E-1572, Vol. 18, No. 350, JP 6-90105 A;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Verfahren zum Abgleichen der Resonanzfrequenz eines Ringresonators

- ⑤ Ein einfach durchführbares Verfahren zum exakten Abgleich der Resonanzfrequenz eines Ringresonators, der als Streifenleitungsring (1) ausgeführt ist, besteht darin, daß mit einem Laser an ein oder mehreren Stellen (2, 3) des Streifenleitungsringes (1) Leitungsmaterial soweit abgetragen wird, bis sich eine gewünschte Resonanzfrequenz einstellt.



**DE 198 21 382 A 1**

## Beschreibung

## Stand der Technik

Es ist bekannt, z. B. aus U. Karacaoglu, I. D. Robertson and M. Guglielmi: An Improved Dual-Mode Microstrip Ring Resonator Filter with Simple Geometry, 24 th European Microwave Conference, 1994, Seite 442-447 und H. Yabuki, M. Sagawa, M. Matsuo und M. Makimoto: Stripline Dual-Mode Ring Resonators and Their Application to Microwave Devices, IEEE Transactions On Microwave Theory and Techniques, Vol. 44, No. 5, Mai 1996, Seite 723-729, als Streifenleitung ausgeführte Ringresonatoren z. B. zur Realisierung von schmalbandigen Filtern und zum Aufbau von Resonatoren für Mikrowellenoszillatoren einzusetzen. Dafür muß die gewünschte Resonanzfrequenz, auf der der Ringresonator zur Ausfilterung eines schmalen Frequenzbereichs schwingen soll, sehr exakt eingestellt werden. Solche gedruckten Ringresonatoren weisen in der Regel Materialschwankungen und Fertigungstoleranzen auf, insbesondere bei höheren Frequenzen, da sich durch die kleinen Abmessungen des Ringresonators Fertigungstoleranzen stärker auswirken. Deshalb weist ein gedruckter Ringresonator nach seiner Herstellung in der Regel nicht die exakt gewünschte Resonanzfrequenz auf. Es muß also nachträglich, ein Abgleich der Resonanzfrequenz stattfinden, wobei sich allerdings die Güte des Resonators nur unwesentlich verschlechtern darf, denn für die elektrischen Eigenschaften des Oszillators bzw. des Filters ist eine möglichst hohe Güte des Resonators sehr wichtig.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein möglichst einfach durchführbares Verfahren zu einem sehr genauen Abgleich der Resonanzfrequenz eines Ringresonators, der als Streifenleitungsring ausgeführt ist, anzugeben.

## Vorteile der Erfindung

Die genannte Aufgabe wird entweder mit den Merkmalen des Anspruchs 1 dadurch gelöst, daß mit einem Laser an ein oder mehreren Stellen des Streifenleitungsringes Leitungsmaterial soweit abgetragen wird, bis sich eine gewünschte Resonanzfrequenz einstellt, oder mit den Merkmalen gemäß Anspruch 2 dadurch, daß an ein oder mehreren Stellen einer mit dem Streifenleitungsring gekoppelten Streifenleitung mit einem Laser Leitungsmaterial soweit abgetragen wird, bis sich eine gewünschte Resonanzfrequenz einstellt.

Mit diesem Verfahren läßt sich ein sehr genauer Abgleich der Resonanzfrequenz von in Streifenleitungstechnik ausgeführten Ringresonatoren durchführen, da mittels Laser das Leitungsmaterial in beliebig kleinen Portionen abgetragen werden kann. Wegen dieses Abgleichverfahren wird es möglich, größere Fertigungstoleranzen und Schwankungen der Materialparameter zuzulassen, wodurch eine erhebliche Kostenreduzierung erreicht werden kann. Durch den Laserabgleich wird die geometrische Struktur des Resonators nur geringfügig verändert, weshalb sich die Resonatorgüte auch nur unwesentlich verringert; denn für den Einsatz bei Oszillatoren und Filtern ist eine möglichst hohe Güte erforderlich.

Gemäß den Unteransprüchen wird Leitungsmaterial an Stellen des Streifenleitungsringes, an denen Strommaxima auftreten, abgetragen, wenn die Resonanzfrequenz erniedrigt werden soll, oder an Stellen, an denen Stromminima auftreten, um die Resonanzfrequenz zu erhöhen.

Das Leitungsmaterial wird zweckmäßigerweise in Form eines der Leiterbreite des Streifenleitungsringes verjüngenden Schlitzes abgetragen, wobei über die Tiefe des Schlitzes ein Grobabgleich und über die Breite des Schlitzes ein Fein-

abgleich der Resonanzfrequenz erfolgt. Bei der mit dem Streifenleitungsring gekoppelten Streifenleitung wird entweder durch Materialabtrag deren Länge verkürzt oder an ein oder mehreren Stellen deren Breite verjüngt.

Anhand mehrerer in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele wird nachfolgend die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Ringresonator, bestehend aus einem Streifenleitungsring und

Fig. 2 einen Ringresonator, bestehend aus einem Streifenleitungsring und einer damit gekoppelten Streifenleitung.

In der Fig. 1 ist der Streifenleitungsring 1 eines Ringresonators 1 dargestellt. Zur Abstimmung der Resonanzfrequenz dieses Ringresonators wird am äußeren Rand mittels eines Lasers Leitungsmaterial in Form eines Schlitzes 2 abgetragen. Die durch diesen Schlitz 2 verursachte Verjüngung der Leiterbreite wirkt wie eine in den Resonanzkreis eingefügte Serieninduktivität. Die mit dem Laser hergestellte Tiefe  $t$  des Schlitzes 2 hat einen größeren Einfluß auf die Resonanzfrequenz als die Breite  $w$  des Schlitzes 2. Deshalb wird über die Tiefe  $t$  des Schlitzes 2 eine Grobabstimmung und über die Breite  $w$  des Schlitzes 2 eine Feinabstimmung der Resonanzfrequenz vorgenommen. Während der Schlitz 2 auf der Außenseite des Streifenleitungsringes 1 eingelassen ist, kann auch ein Schlitz 3 an der Innenseite des Streifenleitungsringes 1 vorgesehen werden.

Im übrigen können abweichend von dem dargestellten Ausführungsbeispiel auch mehrere Schlitz an den Innen- bzw. Außenseiten des Leitungsringes 1 vorgesehen werden. Plaziert man den bzw. die Schlitz an Orten von Strommaxima, so wird dadurch die Resonanzfrequenz erniedrigt. Wählt man für den bzw. die Schlitz Orte, an denen Stromminima auf dem Streifenleitungsring 1 auftreten, so führt das zu einer Erhöhung der Resonanzfrequenz.

Um einen Abgleich der Resonanzfrequenz des Ringresonators zu erzielen, kann der Materialabtrag zur Veränderung der Streifenleitungsgeometrie auch andere Formen als seitlich eingebrachte Schlitz 2, 3 haben. Beispielsweise könnten gewisse Flächenelemente aus dem Inneren des Streifenleitungsringes 1 abgetragen werden.

Wie in Fig. 2 dargestellt, kann die Abstimmung der Resonanzfrequenz eines Ringresonators auch dadurch erfolgen, daß mit einem Streifenleitungsring 4 eine Streifenleitung 5 gekoppelt ist, dessen Länge oder Breite an ein oder mehreren Stellen durch einen Materialabtrag mit einem Laser verändert wird. Beim in der Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Streifenleitung 5 um ein Stück 6 der Länge verkürzt worden bzw. durch einen Schlitz 7 im Koppelbereich mit dem Streifenleitungsring 4 verschmälert worden.

Zusätzlich zu der gekoppelten Streifenleitung 5 kann auch an ein oder mehreren Stellen des Streifenleitungsringes 4 Material abgetragen werden, um die Resonanzfrequenz des Ringresonators abzugleichen.

Der Abtrag des Leitungsmaterials am Streifenleitungsring 1, 4 bzw. an der Streifenleitung 5 erfolgt während des Meßvorganges für die Resonanzfrequenz. So kann die Auswirkung des Materialabtrags auf die Resonanzfrequenz direkt beobachtet werden und soweit betrieben werden, bis die Resonanzfrequenz exakt erreicht ist.

Wird, wie in Fig. 2 dargestellt, an die Streifenleitung 5 eine Varaktor(Kapazitäts-)Diode 8 angeschlossen, so kann der Resonator über eine Steuerspannung  $U$  elektronisch verstimmbar werden. Die Abstimmteilheit kann durch eine gezielte Materialabtragung z. B. an den Stellen 6 und 7 der Streifenleitung 5 konstant gemacht werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Abgleichen der Resonanzfrequenz eines Ringresonators, der als Streifenleitungsring ausgeführt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß mit einem Laser an ein oder mehreren Stellen (2, 3) des Streifenleitungsringes (1) Leitungsmaterial soweit abgetragen wird, bis sich eine gewünschte Resonanzfrequenz einstellt. 5
2. Verfahren zum Abgleich der Resonanzfrequenz eines Ringresonators, der als Streifenleitungsring ausgeführt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß an ein oder mehreren Stellen (6, 7) einer mit dem Streifenleitungsring (4) gekoppelten Streifenleitung (5) mit einem Laser Leitungsmaterial soweit abgetragen wird, bis sich eine gewünschte Resonanzfrequenz einstellt. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß an ein oder mehreren Stellen (2, 3) des Streifenleitungsringes (1), an denen Strommaxima auftreten, Leitungsmaterial abgetragen wird, um die Resonanzfrequenz zu erniedrigen. 15
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß an ein oder mehreren Stellen (2, 3) des Streifenleitungsringes (1), an denen Stromminima auftreten, Leitungsmaterial abgetragen wird, um die Resonanzfrequenz zu erhöhen. 20
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß Leitungsmaterial in Form eines die Leiterbreite des Streifenleitungsringes (1) verjüngenden Schlitzes (2, 3) abgetragen wird, wobei über die Tiefe (t) des Schlitzes (2) ein Grobabweichen und über die Breite (w) des Schlitzes (2) ein Feinabweichen der Resonanzfrequenz erfolgt. 25
6. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß Leitungsmaterial von der Streifenleitung (5) abgetragen wird, um diese zu verkürzen oder um deren Breite an ein oder mehreren Stellen (7) zu verjüngen. 30

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

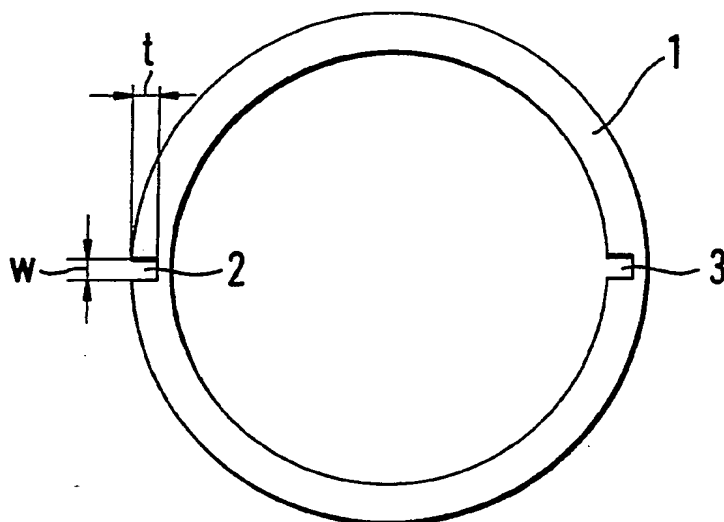


FIG. 2

